

REȚELE NEURONALE CU ÎNVĂȚARE NESUPRAVEGHEATĂ DE TIP HOPFIELD. RECUNOAȘTEREA FORMELOR

Utilizarea RNA pentru rezolvarea unor probleme practice necesită parcurgerea, unei etape esențiale - etapa de *învățare* sau *antrenare*. În majoritatea cazurilor, antrenarea unei RNA constă în determinarea ponderilor conexiunilor sinaptice dintre neuroni w_{ij} și a pragurilor fiecărui neuron θ_i , care asigură performanțele optime ale rețelei, în sensul în care, pentru un set de date aplicat la intrare, rețeaua oferă la ieșire răspunsul cel mai apropiat de soluția exactă a problemei studiate. Din punctul de vedere al metodei de antrenare, rețelele neuronale pot fi clasificate în două mari categorii: rețele cu antrenare *supravegheată* și rețele neuronale cu antrenare *nesupravegheată*.

Perceptronul multistrat este cea mai reprezentativă și des utilizată rețea neuronală cu antrenare supravegheată. Din a doua categorie, fac parte rețelele Hopfield și Kohonen.

Rețele Hopfield

Rețeaua Hopfield face parte din categoria memoriilor asociative – componente software folosite pentru stocarea informației. Structural, ea este o rețea recurentă cu un singur strat, fiecare neuron din rețea având legături de reacție cu toți ceilalți neuroni care compun rețeaua, exceptându-se pe el însuși. Arhitectura unei rețele Hopfield este prezentată în Fig.1.

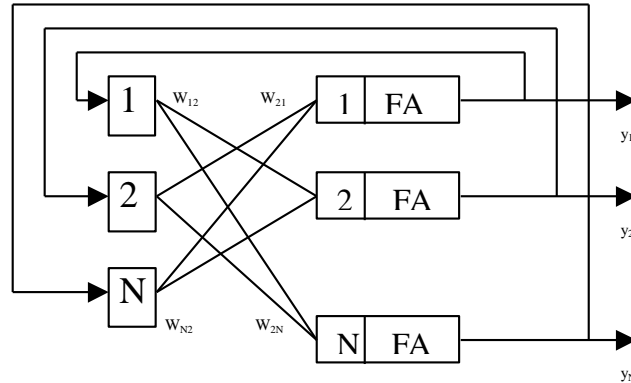


Fig.1 Arhitectura rețelei Hopfield.

La momentul $t = 0$, neuronilor rețelei Hopfield li se aplică vectorul de intrare $\mathbf{x} = (x_1, x_2, \dots, x_N)$ format din componente egale cu $+1$ sau -1 . Acest vector se transferă nealterat pe ieșirile rețelei, pentru a forma vectorul de ieșire la momentul inițial $\mathbf{y}^{(0)} = (y_1^{(0)}, y_2^{(0)}, \dots, y_N^{(0)}) = \mathbf{x} = (x_1, x_2, \dots, x_N)$. Acest vector este returnat prin legăturile de reacție pe intrările neuronilor din rețea. La un moment dat t , pentru fiecare neuron j se calculează o intrare netă, ce folosește și pragul neuronului θ_j :

$$net_j^{(t)} = \sum_{i=1}^N w_{ij} \cdot y_i^{(t)} - \theta_j \quad (1)$$

ținându-se seama de absența legăturilor de reacție proprie ($w_{jj}=0$). Această mărime este folosită în continuare pentru determinarea noilor ieșiri ale neuronilor:

$$y_j^{(t+1)} = f(net_j^t) \quad (2)$$

unde f este o funcție de activare de tip signum. Astfel, noile ieșiri ale neuronilor se calculează cu relația:

$$y_j^{(t+1)} = \begin{cases} +1 & net_j^{(t)} > 0 \\ y_j^{(t)} & net_j^{(t)} = 0 \\ -1 & net_j^{(t)} < 0 \end{cases} \quad (3)$$

Pentru a asigura convergența rețelei Hopfield, activarea neuronilor se face în mod asincron, astfel încât la un moment dat se activează un singur neuron j , care își va modifica starea conform relațiilor (1) – (3). Noua ieșire a acestui neuron $y_j^{(t+1)}$ va fi folosită în continuare, pentru modificarea stării celorlalți neuroni, pe măsura activării acestora. Alegerea neuronului care se activează primul se face la întâmplare.

Funcționarea rețelei Hopfield pornește de la aplicarea pe intrări a unui model, care se transferă nemodificat la ieșiri, după care rețeaua este lăsată să itereze liber, respectând modelul activării asincrone a neuronilor, până când, în două iterații succesive, starea rețelei (ieșirile neuronilor) rămân neschimbate. În acest moment, se consideră că ieșirile rețelei descriu modelul asociat intrării inițiale.

APLICAȚIE

TEMA A – Recunoașterea formelor

Scopul lucrării îl reprezintă studiul capabilității rețelelor neuronale de tip Hopfield de a identifica într-o formă alterată prezentată la intrare, caracteristicile uneia din formele predefinite memorate în etapa de antrenare. Formele standard pe care le învață RNA sunt cifrele arabe 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9 și caracterul “.”. Caracterele sunt memorate sub formă de matrice cu 12 linii și 10 coloane ale căror elemente formează o suprafață în interiorul căreia apartenența unui punct (element din matrice) la forma memorată este modelată prin valoarea 1, iar un punct liber are valoarea -1.

Recunoașterea formelor folosind rețeaua neuronală Hopfield

Se va utiliza un set de proceduri scrise în mediul Matlab. Pașii de utilizare sunt următorii:

- se construiește setul de date de intrare format din matricele caracterelor ce fac obiectul recunoașterii, stocat în matricea y . Aceasta se realizează apelând o funcție de inițializare prin scrierea la linia de comandă Matlab a următorului text:

```
[zero,unu,doi,trei,patru,sase,punct,noua,y]=hinit;
```

- se antrenează rețeaua neuronală apoi se prezintă la intrarea ei modelul perturbat. Rețeaua va prezenta modelul recunoscut. Apelul funcției de calcul este următorul:

```
[rec,orig,pert] = hrec(y,pmax1,pmax2,n,it);
```

S-au notat:

date de intrare:

y - matricea modelelor de intrare

$pmax1$ - pragul de la care încolo se schimbă valoarea unui element 1 în -1 (în vederea perturbării modelului inițial)

$pmax2$ - pragul de la care încolo se schimbă valoarea unui element -1 în 1 (idem)

n - numărul modelului ce se dorește a fi recunoscut (1-8)

it - numărul maxim de cicluri de antrenare

date de ieșire:

rec - forma recunoscută

$orig$ - forma ce se dorește a fi recunoscută, asupra căreia s-a efectuat perturbarea

$pert$ - modelul de intrare (modelul $orig$, perturbat)

Dacă recunoașterea s-a făcut corect, matricele rec și $orig$ sunt identice.